



## **PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO DE ILUMINAÇÃO PARA CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA**

**Paulo Sergio Scarazzato (1); Ana Maria Reis de Góes Monteiro (2); Betina Tschiedel Martau (3); Fernando Duro da Silva (4)**

(1) Arq. Prof Dr., [paulosca@fec.unicamp.br](mailto:paulosca@fec.unicamp.br); (2) Arq. Profa MSc. [anagoes@fec.unicamp.br](mailto:anagoes@fec.unicamp.br),  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP;

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo  
Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Avenida Albert Einstein, 951; C P – 6021; CEP: 13083-852  
Campinas – SP; Tel (19) 3788-2068; Fax: (19) 3788-2411

(3) Arq. Profa MSc, [betina@prisma.unisinos.br](mailto:betina@prisma.unisinos.br); (4) Arq. Prof. MSc, [duro@prisma.unisinos.br](mailto:duro@prisma.unisinos.br)  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Av. Unisinos, 950– Bairro Unisinos - São Leopoldo – RS  
CEP 93022-000 Tel/Fax (51) 5911122 Ramal 1703

### **RESUMO**

Parece ser um consenso entre os arquitetos que a iluminação é um dos elementos-chave na composição arquitetônica. Por outro lado, nota-se, via de regra, que seu ensino nos cursos de graduação muitas vezes ocorre de maneira superficial. Este texto apresenta uma metodologia simplificada que estimula o senso de observação dos alunos com relação aos efeitos da iluminação natural e artificial, utilizando exercícios sistematizados. Como consequência, os alunos são levados a conceituar e conceber compositivamente o ambiente luminoso, muito além da simples escolha de fontes e artefatos de iluminação. Por outro lado, são conduzidos a superar a aceitação da possível beleza das imagens e a trabalhar como agentes ativos no processo, criando, a partir de conceitos luminotécnicos aplicáveis a cada caso, as opções que julguem mais adequadas. Observa-se que, depois destas experiências, os estudantes tendem a adotar uma atitude mais consciente em relação ao processo de projeto arquitetônico como um todo, trabalhando a concepção da luz e do espaço integradamente.

### **ABSTRACT**

It seems to be a consensus among the architects that lighting is one of the most powerful parameters of the architectural design. It is observed although, that, in architecture's graduate courses, the subject of lighting is many times treated in a superficial manner. This paper presents a method that stimulates the student's sense of observation regarding the effects of both artificial and natural lighting through systematic exercises. As a result, the students learn to evaluate and understand the lighting environment's composition, beyond the simple choice of source and artefact. Also, the students are lead to surpass the possible beauty of the images and work as active agents in the process, creating the options they select as most adequate taking into account the lighting concepts applicable to each case. It is observed that, after these experiences, the students tend to adopt a more conscious attitude regarding the architectural project process as a whole, integrating the concepts of light and space.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, e na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, as disciplinas de iluminação natural e artificial estão sendo ministradas como disciplinas de projeto arquitetônico. Esta conotação tem suscitado uma experiência didático-pedagógica bastante enriquecedora para os envolvidos no processo.

É sabido que a diretriz do Ministério da Educação – MEC, relativa à formação do arquiteto, exige que, os conhecimentos relativos aos fenômenos térmico, luminoso e acústico, tenham um caráter de formação profissional. Porém a mesma diretriz, resultante de gestões da ABEA - Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo junto àquele ministério respeita a autonomia de cada instituição no que diz respeito a como conduzir tal formação. Ocorre que o ensino dos referidos aspectos nos cursos de graduação em arquitetura, via de regra, não estão vinculados ao ensino do projeto, mas constituem-se em disciplinas autônomas. Em tal estrutura, o vínculo com o ensino do projeto de arquitetura é muito tênue, o que dificulta que o aluno tenha pleno domínio no tratamento das questões atinentes ao conforto térmico em geral e à iluminação natural ou artificial em particular. Convive-se então com o seguinte paradoxo: de um lado o entendimento, consensual entre os arquitetos, de que a iluminação é um importante parâmetro do projeto arquitetônico e, do outro, sua abordagem superficial e dissociada do processo criativo de projeto nos cursos de arquitetura.

A questão é que o ensino da matéria constitui um grande desafio. Uma pergunta de resposta nada fácil é a que postula o “como”. Como ensinar projeto arquitetônico num curso de graduação em arquitetura e urbanismo, com uma concentrada carga horária, no qual além das já esperadas discussões pertinentes ao desenvolvimento de uma possível metodologia de projeto, ao entendimento do lugar, do contexto urbano, do programa, da espacialidade, das técnicas construtivas e outro sem número de quesitos, seja possível o enfoque da iluminação natural como um dos fatores do processo de concepção do aluno? Além disso, como ensinar não só as questões pertinentes aos aspectos numéricos do assunto, mas também motivá-los a pesquisar as infindáveis possibilidades que a iluminação natural pode proporcionar ao projeto de arquitetura?

O ensino da iluminação natural e da iluminação artificial nas universidades acima mencionadas está sendo oferecido nos cursos de graduação com as seguintes características: a) na UNISINOS, a inserção do ensino da iluminação artificial como disciplina de projeto tornou-se possível através do oferecimento das disciplinas “Luminotécnica I” e Luminotécnica II., que exploram exclusivamente os aspectos da iluminação artificial. b) na “UNICAMP, no rol das disciplinas obrigatórias de ‘Teoria e Projeto”, figura a disciplina “Iluminação Natural e Conservação de Energia”, que em linhas gerais propõe que os alunos trabalhem o projeto de um edifício com a incumbência de inserir as questões afeitas à iluminação natural como parâmetros de projeto desde a fase inicial de sua concepção. São duas universidades, com disciplinas distintas, mas com um elo em comum que é o de buscar uma resposta ao questionamento acima aludido. Assim, em cada uma delas os exercícios vão sendo desenvolvidos, num grau de complexidade crescente, de acordo com o roteiro exposto a seguir.

## **2. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL**

### **2.1 Exercício de Observação**

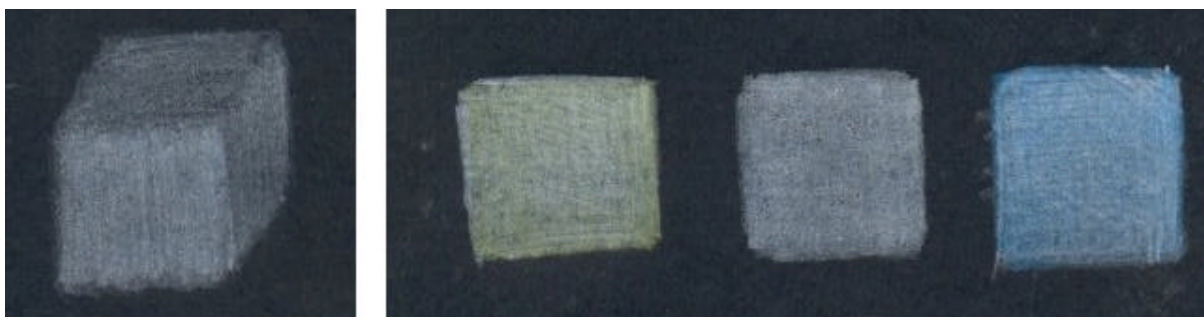
Esta etapa consiste numa série de exercícios que têm por objetivo desenvolver a sensibilidade dos alunos. De posse de lápis branco e base preta fosca, como por exemplo, papel color-plus 240 gr. são realizados exercícios de observação da luz sobre objetos de formas geométricas puras. É dada a orientação de que os desenhos sejam construídos a partir da observação de como as superfícies dos objetos se revelam sob a luz. Da mesma forma também são realizados exercícios de percepção com lápis coloridos, para que haja a fixação do conceito de temperatura de cor, bem com para explorar a opção de adição de luz colorida. Os exercícios de observação de ambientes reais foram realizados à noite, tanto para ambientes internos como para os externos.

Nas primeiras experimentações buscava-se uma compreensão intuitiva das características da luz, porém percebeu-se que havia a necessidade de se trabalhar aspectos técnicos da luz e a possibilidade de sua representação. Com essa finalidade desenvolveu-se um tutorial com 4 exercícios de lápis de cor sobre papel preto. No primeiro, denominado **escalas de luz e sombra**, propõe-se representar diferentes intensidades de luz pela sobreposição de camadas do traço (figura 1).



**Figura 1. - Desenhos explorando a intensidade da luz, em que camadas de lápis branco vão se sobrepondo, como layers de luz. (Unisinos, 2003)**

O segundo exercício faz uso de lápis amarelos e azuis para representar a temperatura da cor, conforme seja morna, neutra ou fria (figura 2). O terceiro, aborda a modelagem e luz e sombra, no qual o desenho de um cubo é trabalhado de forma a representar as sombras próprias e áreas iluminadas, repetindo o desenho em um crescente de atenuação da suposta iluminação incidente (figura 3). A técnica de representação consiste em desenhar à mão sobre papel preto, utilizando lápis de cor, obtendo-se assim um desenho em “negativo”. O objetivo desta técnica é o desenvolvimento da percepção da luz e seus efeitos sobre as superfícies, bem como das exigências de preenchimento dos espaços com a luz, razão pela qual os contornos dos espaços não são representados.



**Figuras 2 e 3 - Desenhos explorando a tridimensionalidade dos objetos sob a luz. Na figura à direita, estudos de representação de diferentes temperaturas de cor. (Unisinos, 2003).**

O quarto exercício desenvolve o conceito de brilho luminoso, através da saturação do branco por meio de uma caneta de tinta branca que simula as fontes de luz e suas reflexões especulares. Todos os exercícios são feitos sobre uma mesma folha de papel numa seqüência de crescente complexidade até a representação de um espaço iluminado com focos de luz sobre uma parede (figura 4). Após a finalização, os trabalhos são apresentados e os resultados discutidos em classe.



**Figura 4 - Folha de exercício de estudante com vários estágios de representação da luz intensidade, temperatura de cor, tridimensionalidade.(Unisinos, 2002)**

## **2.2. Exercício de Projeto 1**

Este exercício de projeto é desenvolvido de duas maneiras distintas. Os estudantes que já participaram da disciplina de iluminação natural desenvolvem os conceitos de iluminação artificial para o projeto por eles desenvolvido. Os que estão começando seus estudos pela disciplina de iluminação artificial, recebem o projeto básico de um edifício para o qual deverão propor os conceitos de iluminação artificial de acordo com os diferentes usos previstos para cada ambiente (Figuras 5,6 e 7). Em ambas as alternativas, os conceitos devem ser demonstrados por meio de croquis, plantas, cortes, elevações, perspectivas e memoriais descritivos.



**Figuras 5, 6 e 7. - Desenhos representando os efeitos de iluminação obtidos em espaços internos. (PUC- Campinas, 2004)**

## **2.3. Exercício de Projeto 2**

Neste exercício cada estudante desenvolve seu projeto de iluminação usando como base o projeto arquitetônico de um edifício qualquer, à semelhança do que ocorre na prática profissional dos profissionais que se dedicam ao projeto luminotécnico, ou design de iluminação.

Os aspectos conceituais do projeto (estudo preliminar) seguem as mesmas diretrizes do exercício de projeto 1 (figuras 5,6 e 7) e os estágios subseqüentes são desenvolvidos com recursos computacionais através do uso de softwares de iluminação e de desenho, como o Accrender (figuras 8 e 9). Os estudantes aprendem também a criar planilhas com tipologias e quantificação de lâmpadas, luminárias e equipamentos auxiliares.



**Figuras 8 e 9 - Estudos de iluminação desenvolvidos por estudantes para um projeto residencial, utilizando o software Accrender, testando várias possibilidades de iluminação para o mesmo ambiente. (Unisinos, 2003)**

### 3. ILUMINAÇÃO NATURAL

#### 3.1. Exercício de Observação.

Assim, como no exercício de observação para iluminação artificial, no início do curso são realizados exercícios de observação da luz sobre objetos de formas geométricas puras. Na fase seguinte, o exercício de desenho é realizado a partir da observação *in loco* de edifícios sob o efeito da luz, em diferentes horários, com observações do exterior (figuras 10 e 11) e do interior (figuras 12 e 13), para a percepção da dinâmica da luz natural.



**Figuras 10, 11, 12 e 13 – Desenhos de observação, em horários distintos, da luz natural incidindo sobre a fachada de edifícios e do interior de edifícios, revelando como as superfícies dos objetos se revelam sob a luz (Unicamp, 2004)**

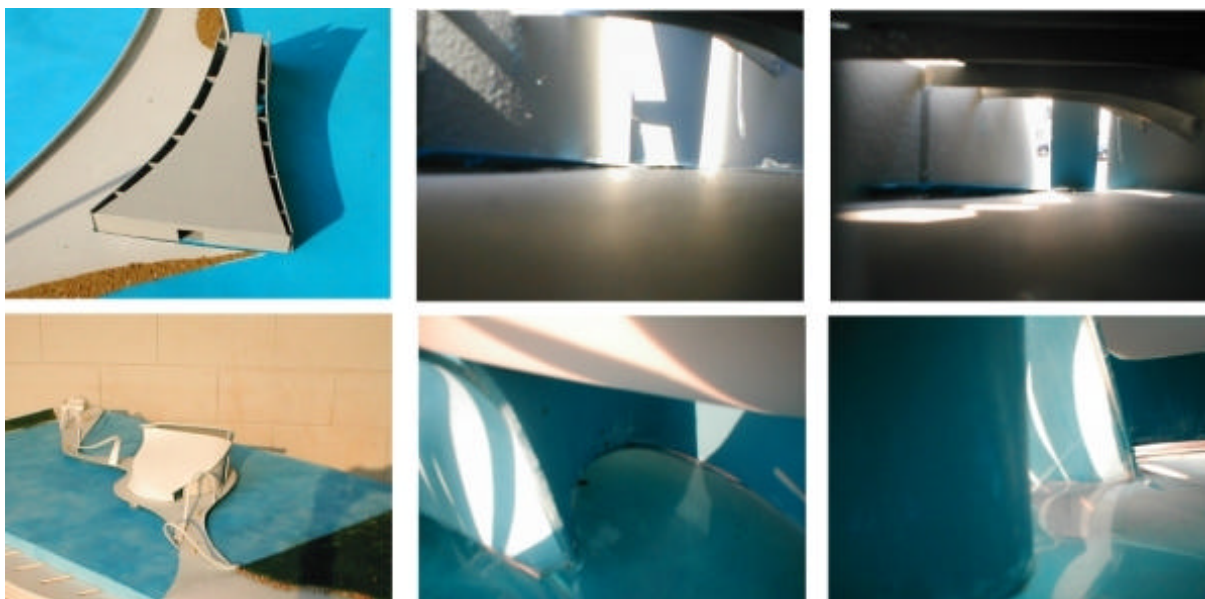
A partir da constatação de como cada qual percebe os ambientes interiores estudados, ainda que de forma subjetiva, os alunos são estimulados a observar se o projeto daquele edifício tirou partido do uso da luz natural ou não. Para tanto, são orientados a observar se, a princípio, a disponibilidade de luz natural externamente ao edifício lhes parece suficiente para a provisão da iluminação dos ambientes interiores. Esta solicitação remete a um primeiro questionamento sobre a importância da iluminação natural na conservação de energia. Uma vez concluídos estes exercícios, os mesmos são expostos em classe e é promovida uma discussão sobre os aspectos positivos e negativos da iluminação, encontrados em casos distintos.

### **3.2. Exercício de Projeto 1.**

Neste exercício é proposto que os alunos projetem um edifício destinado à meditação e introspecção no seu sentido mais amplo, ficando a conotação religiosa a critério do aluno. Antes do início das atividades projetuais são ministradas uma série de aulas expositivas. Nestas, são apresentadas e discutidas uma série de edifícios religiosos, de diferentes localidades e períodos históricos. Com esta estratégia pretende-se enfatizar não só as diferentes estratégias adotadas para captação da luz natural, as questões pertinentes à conservação de energia, mas também as possibilidades plásticas e simbólicas possíveis a partir da correta exploração da iluminação natural.

Considerando a pertinência da utilização de modelos em escala para estudos de iluminação natural, em função da fidelidade resultante dos reduzidos comprimentos de onda da luz, os alunos são orientados a fazerem tantos modelos em escala quanto necessários, para visualização de suas suposições relativas à qualidade esperada para a iluminação natural nos interiores dos seus projetos.

(figuras 14 e 15) . Um aspecto conceitual importante que é explorado em classe é o de que quantidade de luz não é sinônimo de qualidade, sendo o oposto verdadeiro, pois uma vez que se perceba qualidade na iluminação natural, a quantidade está implicitamente a ela associada.



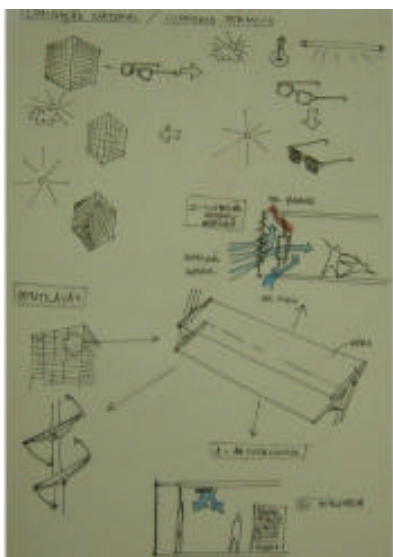
**Figuras 14 e 15 – Maquetes de dois edifícios destinados à meditação nas quais pode-se visualizar a implantação e volumetria propostas, bem como seu interior e a respectiva iluminação natural. (Unicamp, 2003)**

Os aspectos conceituais da matéria, necessários à formação do aluno, são apresentados a partir de exemplos concretos, à medida que este e o segundo exercício de projeto vão evoluindo. Esta estratégia visa evitar o desgaste de uma carga de informações que, embora importante, possa não despertar o interesse desejado se desvinculada do exercício de projeto. Toda referência bibliográfica convencional e eletrônica busca estar em sintonia com o estado-da-arte do tema, e inclui os principais autores “clássicos”, referenciados na bibliografia deste artigo. Assim como ocorre com o exercício de observação, ao término deste primeiro exercício de projeto, os trabalhos são expostos em classe e discutidos.

### **3.3. Exercício de Projeto 2.**

Neste segundo exercício os alunos são solicitados a desenvolver um projeto que contemple as principais etapas de um projeto: estudo preliminar e anteprojeto. O grande desafio é a utilização da luz natural como “matéria-prima” de sua conceituação. Assim, além dos aspectos intuitivos já explorados no exercício 01, devem ser observados os cuidados com o controle da insolação, para o qual são utilizados recursos como relógios de sol acoplados às maquetes, estudos da geometria dos dispositivos de proteção solar, e simulações computacionais, com a advertência explícita de que a proteção solar, embora necessária, deve ser tratada de forma a não obstruir a iluminação natural e mesmo a ventilação (figuras 16, 17, 18 e 19).

Tanto através dos modelos em escala, como de simulações computacionais, o projeto deve demonstrar adequação em sua proposta, relativamente à utilização da luz natural com os devidos controles da insolação e filtragem do excesso de luz. Relativamente à questão da eficiência energética, os projetos têm que respeitar profundidades de ambientes adequadas no caso das fenestraçãoes laterais e tamanho, distribuição espacial e controle da insolação, no caso de fenestraçãoes zenitais. Finalmente, por tratar-se do ensino da iluminação natural como disciplina de projeto, os exercícios têm de demonstrar competência relativa aos aspectos formais e volumétricos, de exequibilidade construtiva, de integração com os meios natural e construído do entorno (noção de lugar), etc.intrinsecamente associados ao ensino do projeto arquitetônico



**Figuras 16, 17, 18 e 19 – Desenho e maquetes de projetos que contemplaram a iluminação como “matéria prima” de sua conceituação. Foram tomados os cuidados em explorar a iluminação natural e, ao mesmo tempo controlar a insolação. (Unicamp, 2004)**

#### **4. CONCLUSÕES**

Considerando-se que o projeto arquitetônico pode ser entendido como uma antecipação virtual do objeto arquitetônico real, a construção prévia, virtual, do objeto arquitetônico permite a exploração de seu potencial enquanto objeto real. Assim, como resultado, a representação adquire status de proposição lógica, a partir da qual é possível verificar se a tentativa de solução proposta pelos projetistas pode vir a ser concretizada e, em caso afirmativo, avaliar com detalhes seu potencial. Esta estratégia deve tornar possível também aos próprios projetistas refletir criticamente sobre sua própria prática de design. Dessa forma, o método descrito neste trabalho tem por objetivo buscar uma ferramenta que possa permitir aos estudantes utilizar a iluminação natural e a iluminação artificial como elementos da composição arquitetônica e de caracterização do projeto.

Partindo da constatação de que a pouca exploração dos efeitos de iluminação na prática dos ateliês de arquitetura passa pelas dificuldades de percepção e de representação gráfica destes mesmos efeitos, observamos nos exercícios que o primeiro passo para que os alunos conseguissem conceber a iluminação juntamente com o projeto do espaço, era determinar uma metodologia de sensibilização da percepção da luz nos ambientes e suas possibilidades de representação através de processos analógicos e digitais. Assim, o sistema de representação utilizado no desenvolvimento do projeto assume uma importância decisiva para a concepção da arquitetura, não no sentido da avaliação final do resultado como “correto” ou “errado”, mas como fator de reflexão-na-ação sobre a prática projetual. Por sua vez, a representação no projeto pode assumir diversas formas, ainda que a restrinjamos às formas de representação gráfica fato que leva a selecionar dentre estas formas de



representação aquelas que têm uma relação de analogia entre a sua expressão e a possível forma realizada, ou seja, aquelas que buscam simular com certo realismo

A técnica do papel preto e do lápis branco permite superar as representações usuais em que a luz era representada como raios saindo das luminárias (Figura 20) e a compreensão um pouco menos fantasiosa dos efeitos da luz sobre as superfícies, além de dificultar a representação de outras propriedades da luz como temperatura de cor e intensidade.



**Figura 20 - Desenho representando o sistema de iluminação de forma usual entre os acadêmicos, antes de serem apresentados a técnica do papel preto e lápis branco. (Unisinos 2002)**

Na etapa inicial do projeto, no qual foi proposta a metodologia da conceituação do sistema de iluminação através da representação por croquis em papel preto, porém, a questão da habilidade em desenhar a mão livre acabou sendo um limitante. Os alunos apontaram como mais fácil aprender a usar o computador do que desenhar a mão livre. Outra consideração quanto ao desenho analógico é que nem sempre esta técnica proposta permite correções e experimentações durante o processo de projeto (redirecionamento de soluções), pois, com o papel preto e o lápis branco, não é possível apagar e reformular o desenho. É necessário começar novamente o processo de representação. Observamos que, estando diante do computador, os alunos avançaram no sentido de experimentar mais efeitos diferenciados da luz nos espaços. Foi introduzida então a etapa em que o aluno deveria testar os croquis a mão livre em meio digital, que também permitiria uma leitura mais quantitativa da proposta de iluminação. No computador o aluno poderia organizar as planilhas de especificações de lâmpadas e luminárias e, ao mesmo tempo testar a eficiência energética de sua proposta. A busca de novas soluções e alternativas foi maior pelo método digital, segundo a análise dos resultados obtidos pelos alunos nas disciplinas ministradas.

A etapa de projeto em meio digital trazia outras questões a serem enfrentadas como é, por exemplo, a das fontes de luz. A computação gráfica deve simular as características da fonte luminosa de forma que temperatura de cor, intensidade, etc. estejam presentes nas imagens geradas a partir do modelo tridimensional. No começo da pesquisa sobre a melhor metodologia para ensinar iluminação, foram investigados alguns programas existentes na época e pensou-se em adotar o Desktop Radiance que funciona com base no programa AutoCad, programa este adotado nas disciplinas de Computação Gráfica da Unicamp, e UNISINOS. Apesar de se revelar um excelente programa, a dificuldade dos alunos de trabalharem com uma interface muito diferente da usual e a limitação da biblioteca de luminárias e de materiais disponíveis (que tornavam difícil a escolha destes elementos para a aplicação no modelo) conduziu à escolha seguinte do programa AccuRender. A questão que permeava a decisão sobre a metodologia e as ferramentas a serem empregadas estava vinculada a dois fatores relevantes: a confiabilidade e possibilidade de avaliação dos resultados do ponto de vista qualitativo e a disponibilidade e facilidade de uso pelos alunos.

Observando os resultados até aqui obtidos parece-nos que a técnica de representação em si, apesar de relevante para o processo e o resultado, não é suficiente para qualificar o projeto. Aspectos cognitivos, como a atitude do sujeito diante da resposta obtida com o processo de simulação, podem inclusive levar a uma inversão da lógica de uma proposição possível para a interpretação do resultado

como sendo a realização definitiva e acabada que não admite mais a intervenção projetual, ou seja, paradoxalmente assume um efeito de verdade que leva o processo ao fechamento para outras possibilidades ao invés de revelar-se um instrumento de abertura para novas experimentações.

Nossa hipótese, no momento, é de que as etapas do método empregado devem ser complementares, uma vez que o lançamento de idéias no papel mostra-se produtivo, em termos da capacidade de gerar possibilidades de desenvolvimento do trabalho e aumento da compreensão e da percepção dos efeitos da luz pela observação e raciocínio necessários para representá-los no desenho a mão livre, produtividade esta fundamental para que se possa utilizar corretamente o programa e a representação digital como ferramenta. Alunos que passaram diretamente para essa etapa tenderam a aceitar com mais facilidade os “erros” do computador, o que indica uma dificuldade para avaliar o efeito proposto e o resultante. Durante o processo de projeto luminotécnico, o aluno precisa tomar decisões em duas categorias fundamentalmente: técnicas e compositivas. O que observamos até então é que nem sempre o efeito compositivo obtido com a utilização do programa corresponde às especificações dos sistemas de iluminação artificial que ele fornece. A validação do programa utilizado não é precisa o suficiente para tomada de decisões técnicas, apenas em relação aos efeitos compositivos obtidos.

Os resultados obtidos com as novas disciplinas indicam também que os alunos desenvolvem os trabalhos com grande motivação e grau de elaboração e exploração dos efeitos de iluminação em meio digital. Além disso, uma vez modelado o espaço, a facilidade de alteração do sistema de iluminação permite que seja testado um maior número de situações e decisões projetuais – aspectos fundamentais no ambiente de ensino/aprendizagem de ateliê.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BAKER, Nick, STEEMERES, Koen. (2001) “Daylight Design of Buildings”. James & James, London
- MICHEL, Lou. (1997) “Light: The Shape of Space. Designing with space and light”. John Wiley & Sons, New York.
- MILLET, Marietta. (1997) “Lighting Revealing Architecture”. John Wiley & Sons, New York.
- OLIVEIRA, R. C. (2004) “Teoria e Prática do Projeto: Um Programa de Investigação na UFRGS”. VII Encontro de Teoria e História da Arquitetura do Rio Grande do Sul. UNISC, Santa Cruz.
- SANTOS, L. E. L. (2001) “A essência da Proposição e a Essência do Mundo”. In : Wittgenstein, L. Tractatus Logicus Philosophicus. Edusp, São Paulo.
- SCHÖN, D. (2000) “Educando o Profissional Reflexivo”. Artes Médicas, Porto Alegre.
- CATTANI, A. (2004) “Sistemas de Representação em Arquitetura e Urbanismo”. Notas de Aula. PROPAP – UFRGS, Porto Alegre.
- FONTOYNONT, Marc. (1999) “Daylight Performance of Buildings”. James & James, London.
- GUSOWSKY, Mary. (1999) “Daylight for Sustainable Design”. , Mc-Graw-Hill, New York.
- KARLEN, M. and BENYA, J. (2003) “Lighting Design Basics”. John Wiley and Sons, New Jersey